

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (user)

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)



ED 9/645-09

09/647109

EP 99/2067

Bescheinigung

REC'D 03 JUN 1999

WIPO PCT

Die Firma ITT Manufacturing Enterprises, Inc. in Wilmington, Del./V.St.A. hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Verfahren zur Korrektur der Radgeschwindigkeit eines
Fahrzeugs"

am 31. März 1998 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig die Symbole G 01 P, B 60 T und B 60 K der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 3. März 1999

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Hiebinger

Aktenzeichen: 198 14 206.4

Verfahren zur Korrektur der Radgeschwindigkeit eines Fahrzeugs

Die Reifen an einem PKW haben meistens unterschiedliche Reifenradien. Gründe dafür sind Toleranzen bei der Herstellung, Abnutzung im Fahrbetrieb, unterschiedliche Bereifung, Montage von Ersatzrädern. Die Radgeschwindigkeiten werden in der Regel mit Hilfe von Drehzahlsensoren ermittelt unter der Annahme konstanter Reifenradien. Unterschiedliche Reifenradien führen damit zu einer Verfälschung der ermittelten Radgeschwindigkeiten. Da alle Schlupfregelsysteme (ABS, ASR, ESP usw.) diese Radgeschwindigkeiten verwenden, müssen die Radgeschwindigkeiten mit einer hohen Genauigkeit unabhängig von den Reifenradien ermittelt werden.

Das neuentwickelte Verfahren liefert einen sehr genauen und schnellen Abgleich zur Ermittlung von Korrekturfaktoren mit denen die Einflüsse unterschiedlicher Reifenradien bei der Ermittlung der Radgeschwindigkeiten aus den gemessenen Rad-drehzahlen kompensiert werden.

Stand der Technik:

Patent DE3718421 beschreibt ein Verfahren zur Kurvenfahrterkennung und zur Ermittlung eines Korrekturfaktors, mit dem das Verhältnis der Reifenradien der nichtangetriebenen Achse dargestellt wird.

Das Verfahren geht von der Annahme aus, daß der von der Kurvenfahrt abhängige Einfluß über eine Langzeitfilterung von 30-40sec eliminiert werden kann. Diese Annahme ist bei weitgehender Geradeausfahrt eventuell zutreffend, jedoch bei kurzem Streckenverlauf reicht die Größenordnung der Zeitkon-

stanten bei weitem nicht aus. Um auf die für den Einsatz in Regelalgorithmen wie EBV, ASR oder ESBS geforderte Genauigkeit zu kommen, müßte die Zeitkonstante wesentlich erhöht werden, dann wäre jedoch aufgrund des langsamen Lernens das Verfahren nicht von großem Nutzen.

Patent DE 4424318 C2 beschreibt ein Verfahren, bei dem das Verhältnis der Radgeschwindigkeiten auf einer Fahrzeugseite in Bezug zum Motormoment verglichen wird. Der Vergleich erfolgt für jede Fahrzeugseite getrennt, jedoch wird durch Oderierung lediglich ein einziges Auslösesignal erzeugt.

Dieses Verfahren hat den Nachteil, daß sobald ein abweichendes Rad auf einer Fahrzeugseite montiert ist, über die Oderierung die Lernbedingung für die andere Fahrzeugseite mit freigegeben wird, dort aber keine idealen Lernbedingungen vorliegen müssen.

Kurzbeschreibung:

Das Verfahren ermittelt für vier Radgeschwindigkeiten vier Korrekturfaktoren. Zur genauen Ermittlung der Faktoren gliedert sich das Verfahren in die Bewertung der Radgeschwindigkeiten links zu rechts, als **Querabgleich** bezeichnet, und in einen Abgleich der Radgeschwindigkeiten vorn zu hinten, welcher seitenweise getrennt erfolgt, im folgenden als **Längsabgleich** bezeichnet.

Bisherige Verfahren zeichnen sich dadurch aus, daß der Abgleich der Radgeschwindigkeiten immer zu einem Zeitpunkt durchgeführt wird, unter **gemeinsamen** Bedingungen. Aus fahrphysikalischen Überlegungen heraus wird aber deutlich, daß das

- 3 -

Radgeschwindigkeitsverhältnis vorn zu hinten grundsätzlich von anderen Einflüssen (Störgrößen) abhängt, z.B. von dem Motormoment welches auf das Antriebsrad wirkt, als das Radgeschwindigkeitsverhältnis links zu rechts, welches im wesentlichen von dem aktuellen Kurvenradius der gefahrenen Strecke abhängt. Berücksichtigt man alle diese Einflüsse in einer gemeinsamen Bedingung für ein Abgleichverfahren, würde aufgrund der großen Einschränkungen das Abgleichsverfahren sehr langsam werden. Würde man hingegen die Fahrsituationen weniger ausselektieren, müßten die Radgeschwindigkeiten wesentlich stärker gefiltert werden, um alle Störgrößeneinflüsse hinreichend zu kompensieren.

Detailbeschreibung Querabgleich:

Der Querabgleich basiert auf zwei Erkenntnissen:

- Statistisch tritt die Geradeausfahrt häufiger auf, als die Fahrt einer Kurve mit exakt dem gleichen konstanten Radius.
- Die Fahrt in eine Kurve hinein bzw. aus einer Kurve heraus ist durch eine Lenkdynamik beim Einlenk- und Auslenkvorgang gekennzeichnet. Eine permanente Kurvenfahrt erfordert vom Fahrer häufigere Lenkkorrekturen als eine Geradeausfahrt.

Für die Kurvenerkennung werden die gefilterten Radgeschwindigkeiten der nichtangetriebenen Achse verwendet, da diese unabhängig von den Einflüssen des Motormoments sind. Aus diesen gefilterten Radgeschwindigkeiten wird die Hilfsgröße DV_{NA} gebildet (Block1).

VF_{nal} > VF_{nar}:

- 4 -

$DV_NA = 1 - V_{fnar}/V_{fnal}$ (delta v, nicht angetriebenes Rad)

$V_{fnal} < V_{fnar}$:

$DV_NA = V_{fnal}/V_{fnar} - 1$

Das Signal DV_NA stellt die prozentuale Abweichung von V_{fnal} (gefilterte Radgeschwindigkeit nichtangetriebene Achse links) zu V_{fnar} (gefilterte Radgeschwindigkeit nichtangetriebene Achse rechts) da (Block 1). In DV_NA wird sowohl der Kurvenradius als auch das Verhältnis der Reifenradien abgebildet.

Für die Erkennung der Lenkdynamik wird das Signal DV_NA gefiltert. Als Filter 1 (Block 2) wird ein Tiefpaßfilter mit der Zeitkonstante in der Größenordnung 10msec-100msec verwendet. Als Filter 2 (Block 3) wird ein Tiefpaß mit einer etwa um den Faktor 10 größeren Zeitkonstanten verwendet. Die unterschiedlich gefilterten Signale FILF (filtered fast) und FILS (filtered slow) lassen bei einer Lenkdynamik eine Differenz entstehen, diese wird in Block 4 ausgewertet. Anhand dieser Differenz kann nicht nur ein Ein- bzw. Auslenkvorgang erkannt werden, sondern auch die in Kurvenfahrt häufigen Lenkkorrekturen die notwendig sind, um dem Kurvenverlauf zu folgen. Bei Geradeausfahrt geht die Differenz gegen Null.

Die Logik in Block 4, (Logik 1) ist im Detail in Logik 2 dargestellt.

In Block 5 wird der Betrag der Differenz zwischen FILS und FILF gebildet. Diese Differenz wird in Block 8 mit einer fahrgeschwindigkeitsabhängigen Schwelle verglichen. Ist die Differenz geringer als die Schwelle, ist dies ein Indiz für "Geradeausfahrt". Die Schwelle wird mit zunehmender Fahrzeugge-

- 5 -

schwindigkeit abgesenkt (Block 9), da zum einen die Lenkkorrekturen des Fahrers bei zunehmenden Geschwindigkeiten geringer werden und zum anderen aufgrund fahrphysikalischer Grenzen der Wertebereich von FILS immer enger wird.

Zusätzlich erfolgt eine zeitliche Überwachung in Block 11 und 12, bei der überwacht wird, ob die Schwelle über einen Zeitraum von 1-8sec (bevorzugt 3sec) zu 97% der Zeitdauer eingehalten wird. Eine Schwellwertüberschreitung wird mit andern Worten bis zu 3% des gesamten Überwachungszeitraum akzeptiert (Störresistenz). Wenn die Bedingung erfüllt ist wird eine Geradeausfahrt erkannt. Dynamische Lenkmanöver werden mit dieser Logik herausgefiltert.

Die Filterzeitkonstante von Filter 2 ist so zu wählen, daß Einlenkvorgänge hinreichend lange abgebildet werden. Die einer Kurvenfahrt folgende Geradeausfahrt hingegen soll hinreichend schnell wieder erkannt werden (FILS und FILF müssen hinreichend schnell konvergieren). Durch die bisher beschriebene Logik war nicht möglich langsame oder kontinuierliche Einlenkvorgänge zu erkennen. Aus diesem Grunde wurde eine zusätzliche Logik zur Überwachung von langsamen Änderungen von FILS (wegdriften) notwendig. Langsame oder kontinuierliche Einlenkmanöver können auf diese Weise erkannt werden. Dazu wird der Wert von FILS zu einem Zeitpunkt abgegriffen und als FILCONST gespeichert (Block 3a). Anschließend werden die Abweichungen zwischen FILS und FILCONST in Block 6 mit einer Schwelle verglichen Block 7. Damit wird überprüft, daß FILS in einem Toleranzband um FILCONST liegt. Diese Bedingung wird als zusätzliche Bedingung zur Erkennung der Geradeausfahrt verwendet (Block 10 Verknüpfung mit UND). Ebenso muß diese Bedingung über einen Zeithorizont von 1-8sec erfüllt sein.

Wurde eine Geradeausfahrt erkannt, wird der Wert von FILS in einen Zwischenspeicher FILREF abgelegt (Logik 3 Block14). Dies erfolgt beim erstmaligen Erkennen der Geradeausfahrt. In der Folgezeit wird FILREF mit der halben Differenz nachgeführt (Block 14). Bei jedem Nachführen wird FILREF mit dem aktuellen FILS-Wert verglichen (Block 15). Wird eine definierte Genauigkeitsschwelle unterschritten, wird ein Zähler (CONFIRMATION-COUNTER) inkrementiert. Die Höhe des Zählerstandes stellt ein Indiz für die Sicherheit des FILREF Wertes dar. Wird ein hinreichend großer Zählerstand erreicht, wird der FILREF Wert als gesichert angesehen und festgeschrieben (Block 16,17).

Auch nach dem Festschreiben von FILREF wird bei wiederkehrenden Genauigkeitsbestätigungen der CONFIRMATION-COUNTER weiter inkrementiert, um eine zunehmende Fehlerresistenz zu erreichen. Wenn die Geradeauserkennungskriterien erfüllt sind, die Genauigkeitsschwelle aber deutlich unterschritten wird, wird der CONFIRMATION-COUNTER dekrementiert. Die Zählweise ist hysteresebehaftet (Dekr.=1/3 Inkrement).

Um möglichst unterschiedliche Fahrsituationen zu bewerten, ist das Inkrementieren bzw. Dekrementieren des CONFIRMATION-Counters zusätzlich zeitlich begrenzt. Zu Beginn kann der CONFIRMATION-Counter maximal 2 mal in einem Zeitintervall von ca. 7sec verändert werden. Überschreitet der Zählerstand die Bestätigungsschwelle wird auf ein größeres Zeitraster von 14sec umgeschaltet, in dem der Zähler nur einmal inkrementiert bzw. dekrementiert werden darf.

Längsabgleich:

Im Längsabgleich wird das Verhältnis der Radgeschwindigkeiten einer Fahrzeugseite miteinander verglichen und Korrekturfaktoren DVP1,4 bzw. DVP3,4 berechnet. Der Längsabgleich der linken Seite erfolgt unabhängig von der rechten Seite. Störgrößeneinflüsse wie Kurvenfahrt, Antriebs-oder Schleppschlupf, Schlupfregelungen oder Bremseneingriffe können getrennt berücksichtigt werden.

Im Längsabgleich werden die gefilterten Radgeschwindigkeiten vf1 und vf4 in Logik 5 Block1 auf die seitenweise kleinste Radgeschwindigkeit umgerechnet.

Für die linke Seite gilt, z.B.:

$$vf1 < vf4$$

$$vt1 = vf1 \cdot C1 / vf4$$

$$vt4 = C1$$

mit C1 z.B. 1000

In geeigneten Fahrsituationen (Block 2) werden dann die Faktoren DVP1 und DVP4 den Werten vt1 und vt4 nachgeführt.

Die Berechnung der Faktoren DVP2 und DVP3 erfolgt entsprechend.

Berechnung der Faktoren K1, ... K4:

In Logik 4 werden, wenn der Querabgleich bestätigt wurde, die Faktoren des Längsabgleichs der linken und der rechten Seite DVP1, ... DVP4 und der Wert der Querabgleichs FILREF zu den Faktoren K1, ... K4 zusammengefaßt. Mit diesen Faktoren werden die korrigierten Radgeschwindigkeiten auf die kleinste Radgeschwindigkeit abgeglichen.

Da der Längsabgleich der Radgeschwindigkeiten der linken und der rechten Fahrzeugseite zu der jeweils kleinsten seitenweisen Radgeschwindigkeit durchgeführt wurde, die Faktoren aber zu der kleinsten Radgeschwindigkeit für alle vier Räder ermittelt werden sollen, muß über den Querabgleich die Verknüpfung hergestellt werden.

Für die Verknüpfung dieser Größen wurde die folgende neu entwickelte Methode verwendet, welches am Beispiel eines Heckantriebs verdeutlicht wird.

Ausgangspunkt der Überlegung ist, daß die Radgeschwindigkeiten jeweils auf einer Fahrzeugseite über den Längsabgleich abgeglichen werden bzw. schon sind. Das heißt auf jeder Fahrzeugseite würden die mit $DVP_{1,2,3,4}$ korrigierten Radgeschwindigkeiten schon abgeglichen sein. Nun fehlt noch die Berücksichtigung des Vergleichs der linken Radgeschwindigkeiten mit den rechten Radgeschwindigkeiten. Dieses wurde ja im Querabgleich explizit vorgenommen. Vergleicht man nun die Differenz von DVP_1 und DVP_2 mit dem Wert $FILREF$ kann daraus erkannt werden, auf welcher Seite die seitenweise korrigierten Radgeschwindigkeiten größer sind und um welchen Betrag, nämlich um $DVP_1 - DVP_2 - FILREF$. Die endgültigen Korrekturwert $K_1...K_4$ ergeben sich durch Berücksichtigung von diesem Korrekturbetrag zu:

$DVP_1 - DVP_2 > FILREF$: (für Heckantrieb)

$K_1 = DVP_1$;

$K_4 = DVP_4$;

$K_2 = DVP_1 - |FILREF|$

$K_3 = DVP_1 - |FILREF|$

$DVP_1 - DVP_2 - FILREF < 0$: (für Heckantrieb)

- 9 -

 $K1 = DVP2 - |FILREF|$ $K4 = DVP2 - |FILREF|$ $K2 = DVP2$ $K3 = DVP3$

Das Gleichungssystem kann entsprechend für ein Fahrzeug mit Frontantrieb umgestellt werden.

Beispiel 1: Auf der linken Fahrzeugseite befinden sich im Vergleich zur rechten Seite zwei um 3% kleinere Räder.

Aufgrund der seitenweise gleichgroßen Reifenradien wird der Längsabgleich der rechten Seite $DVP1 = DVP2 = 0\%$ ermitteln und der Längsabgleich der linken Seite ebenso $DVP2 = DVP3 = 0\%$. Mit Hilfe des Querabgleichs wird $FILREF = 3\%$ ermittelt. Aus den angegebenen Gleichungen ergeben sich $K2 = K3 = 0\%$ und $K1 = K4 = -3\%$

Beispiel 2: Das Fahrzeug ist mit folgenden Rädern ausgestattet VL 5% kleinerer Reifendurchmesser, HL 3% kleinerer Reifendurchmesser.

Über den Längsabgleich wird das seitenweise Verhältnis ermittelt, also $DVP1 = -2\%$ $DVP4 = 0\%$

$DVP2 = 0\%$ $DVP3 = 0\%$. Der Querabgleich ermittelt das Verhältnis der Räder auf der nichtangetriebenen Achse zu $FILREF = 5\%$. Die Faktoren berechnen sich nur aus obigen Gleichungen zu $K1 = -5\%$ $K4 = -3\%$ $K2 = K3 = 0\%$

Die korrigierten Radgeschwindigkeiten werden schließlich zu

14

06

05

99

ITT Manufacturing Enterprises, Inc.

P 9360

- 10 -

$vk1 = K1 \cdot v1 / 1000$

$vk2 = K2 \cdot v2 / 1000$

$vk3 = K3 \cdot v3 / 1000$

$vk4 = K4 \cdot v4 / 1000$

berechnet.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Ermittlung von 4 Korrekturfaktoren, bei dem der Abgleich der Radgeschwindigkeiten getrennt wird, hinsichtlich eines Querabgleichs bei dem das Verhältnis der Radgeschwindigkeiten der nichtangetriebenen Räder erfaßt wird und in einen Längsabgleich bei dem seitenweise getrennt das Verhältnis der angetriebenen Radgeschwindigkeit zu der nichtangetriebenen Radgeschwindigkeit ermittelt.

Querabgleich:

2. Verfahren bei dem der Quotient der Radgeschwindigkeiten der nichtangetriebenen Achse verwendet wird um eine Kurven bzw. Geradeausfahrt zu erkennen.
3. Verfahren nach bei dem der Quotient mit zwei Filtern mit unterschiedlichen Zeitkonstanten gefiltert wird. Anhand der Differenz der unterschiedlichen Filtersignale bei Überschreiten von vorgegeben Grenzwerten Ein- bzw. Auslenkvorgänge (Lenkdynamik) oder Geradeausfahrt erkannt wird.
4. Verfahren bei dem der mit der größeren Zeitkonstanten gefilterte Quotient als Vergleichswert abgegriffen wird und die Abweichung zu dem langsam gefilterten Quotient

14.05.99

ITT Manufacturing Enterprises, Inc.

P 9360

- 12 -

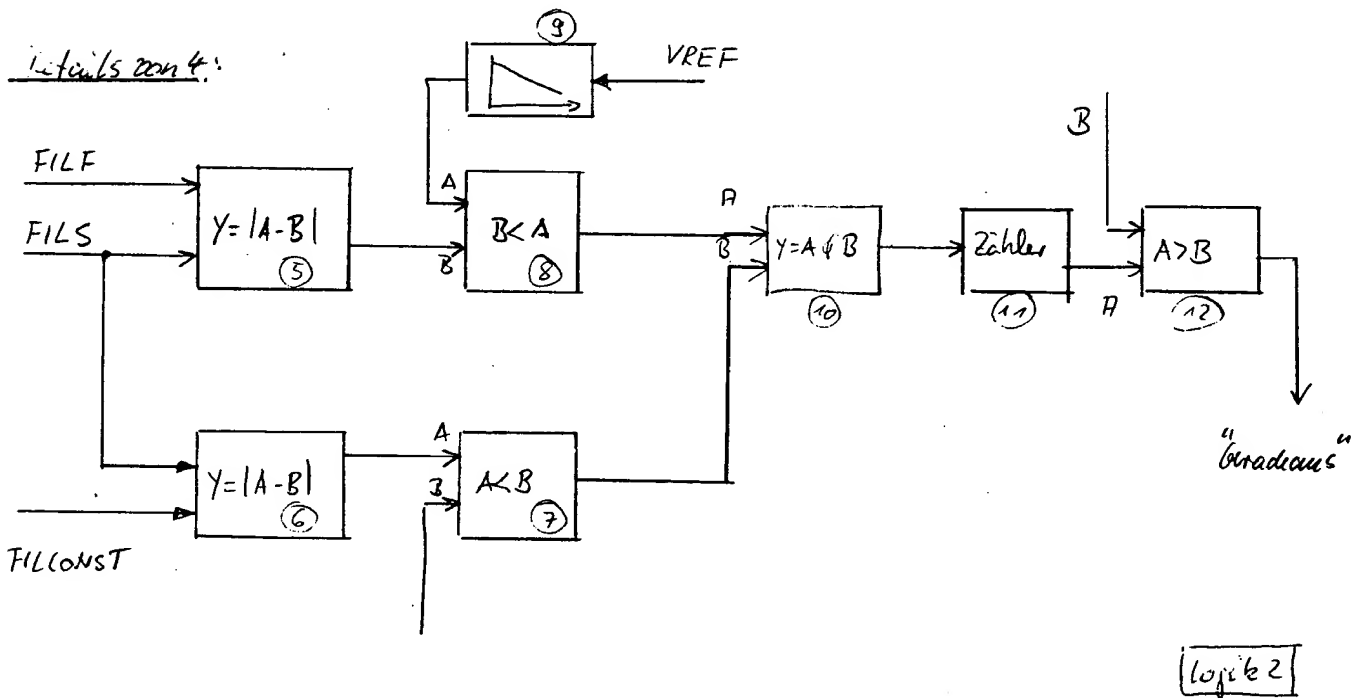
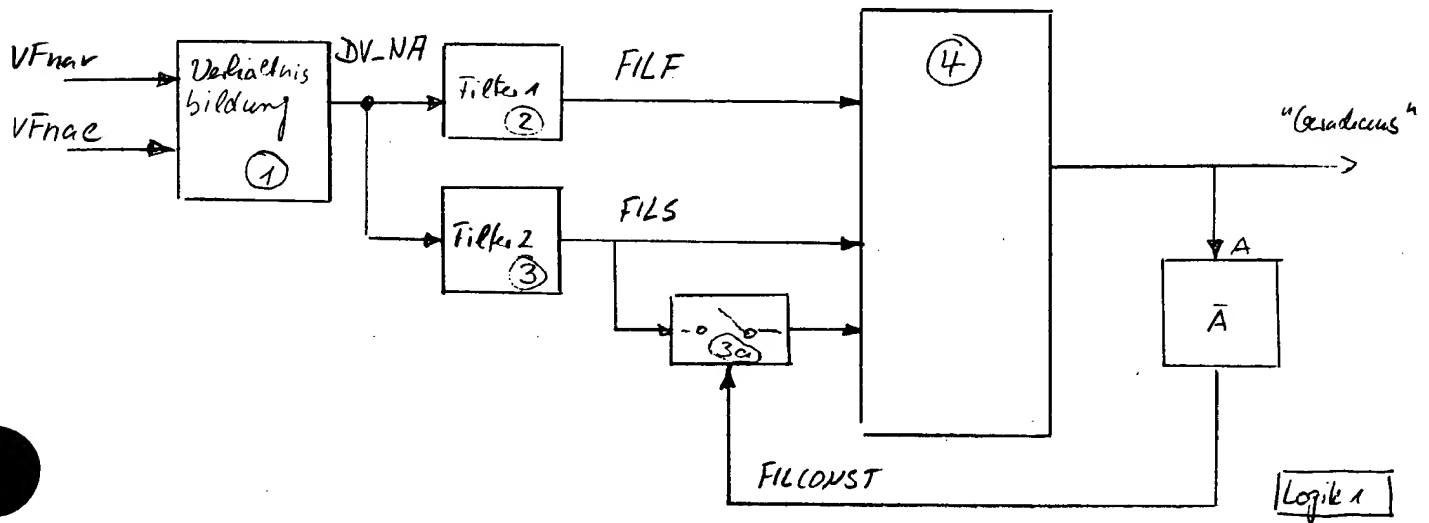
als Kenngröße verwendet wird um bei überschreiten von einem Grenzwert einen langsamen Einlenkvorgang zu erkennen.

5. Querabgleichverfahren, bei die Bedingungen aus 3 und 4 für eine Zeitdauer von 1-8 Sekunden erfüllt sein müssen und bei dem bis zu 3% der Gesamtüberwachungszeit Überschreitungen zugelassen sind, um eine Geradeausfahrt zu erkennen.
6. Verfahren mit dem ein Referenzwert FILREF ermittelt wird, wenn 5 erfüllt ist und bei dem die stark gefilterte Größe FILS verwendet wird.
7. Querabgleichsverfahren, bei dem der in 6 ermittelte Referenzwert FILREF mit der stark gefilterten Größe FILS verglichen und bewertet wird.
8. Verfahren bei dem als Sicherheitsmaß für die ermittelte Genauigkeit ein Zähler hochgezählt wird und erst bei überschreiten einer Schwelle der Referenzwert FILREF in den Korrekturfaktoren genutzt wird.
9. Verfahren bei dem die Bewertung 6 in Zeitabschnitten erfolgt, die mindestens 7 bzw 14 sec auseinander liegen müssen.

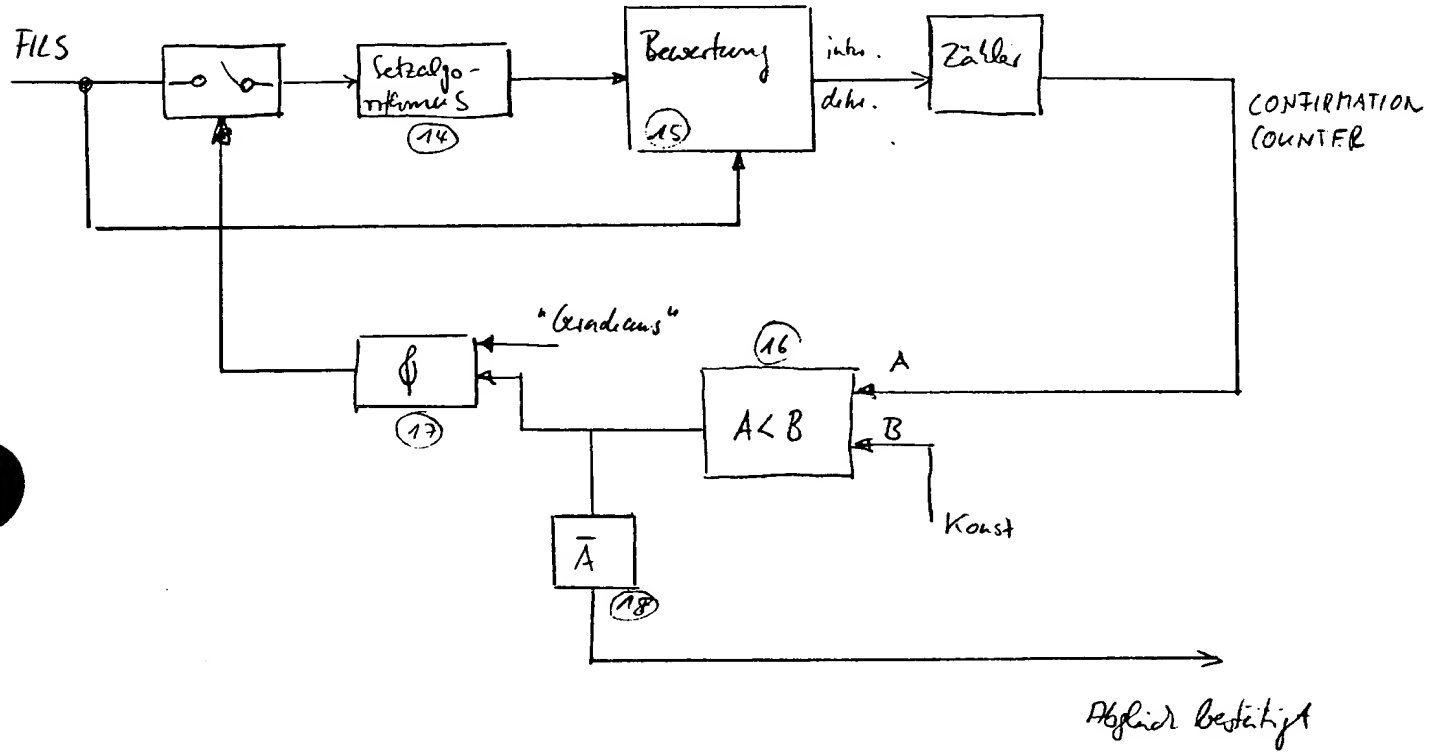
Längsabgleich:

10. Verfahren bei dem die linke und rechte Seite unabhängig voneinander abgeglichen werden.
11. Verfahren bei dem für jede Seite getrennt geprüft wird, ob die Abgleichsbedingungen zugelassen sind oder nicht.
12. Verfahren, bei dem als Referenzgröße für den Abgleich der Radgeschwindigkeiten vorn zu hinten die kleinste seitenweise Radgeschwindigkeit als Bezugsgröße verwendet wird.
13. Verfahren bei dem vier resultierende Faktoren aus den Werten von Quer- und Längsabgleich ermittelt werden, so daß die Faktoren die Abweichungen der jeweiligen Radgeschwindigkeit zu dem Rad mit der kleinsten Radgeschwindigkeit darstellen.

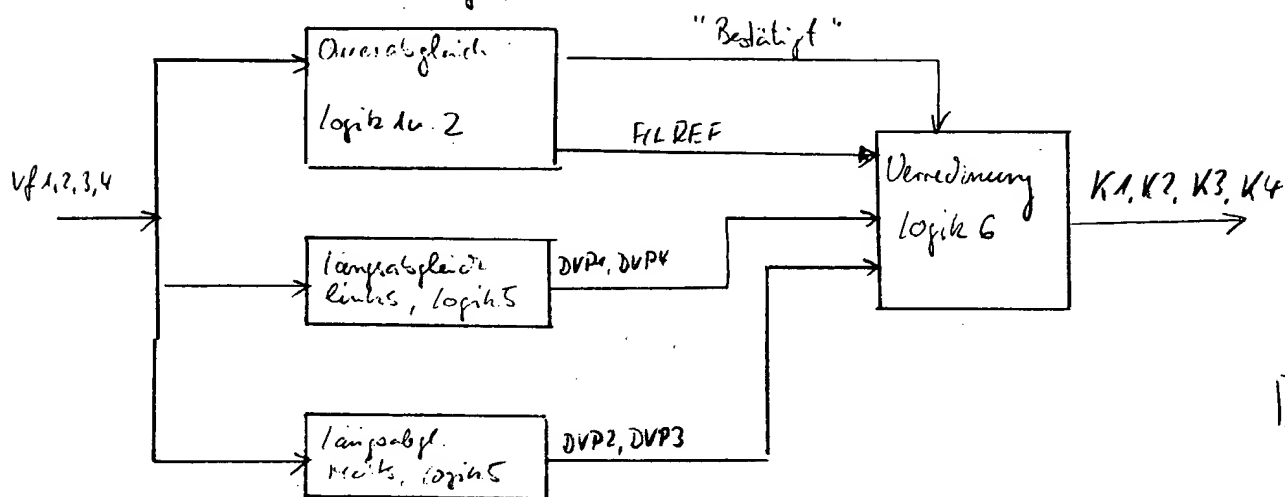
Logikschaltung zur Erkennung einer Kurve mit konst. Radius (Geraden s)



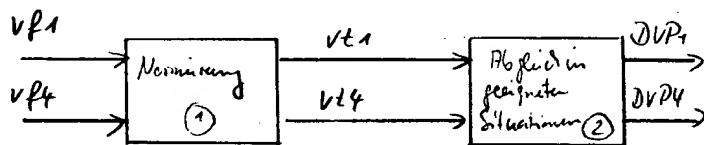
Logic 3



Übersicht Gesamtlogik



Längsabgleich:



Verrechnung, Bestimmung des K-Faktors:

